

8.2. Уравнение Клапейрона — Менделеева

8.2.1. Идеальный газ в цилиндре переводится из состояния A в состоянии B так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния газа, приведены в таблице. Какое число должно быть в свободной клетке таблицы?

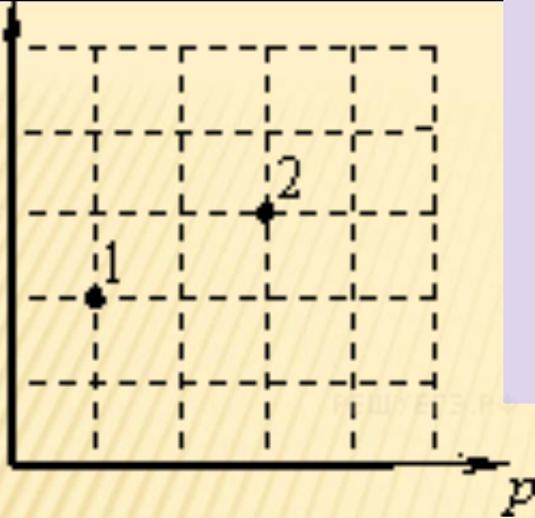
	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
Состояние A	1,0	4	
Состояние B	1,5	8	900

Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева, для фиксированного количества идеального газа в ходе любых процессов величина $\frac{pV}{T}$ остается неизменной

$$T_1 = T_2 \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = 900 \text{ К} \cdot \frac{1,0 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{1,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 300 \text{ К}.$$

Ответ: 300

8.2.2. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева, для фиксированного количества идеального газа в ходе любых процессов величина pV остается неизменной

T Из графика видно

$$p_2 = 3p_1, \quad V_2 = \frac{3}{2}V_1.$$

$$T_2 = T_1 \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = T_1 \frac{3p_1 \cdot \frac{3}{2}V_1}{p_1 V_1} = \frac{9}{2}T_1.$$

Ответ: 4,5

8.2.3. Какая масса воздуха выйдет из комнаты, если температура воздуха возросла с 10 °С до 20 °С? Объём комнаты 60 м³, давление нормальное. Ответ выразите в килограммах и округлите до десятых.

Значение нормального давления

$$p = 10^5 \text{ Па.}$$

Воздух в комнате до и после нагревания подчиняется уравнению Клапейрона — Менделеева.

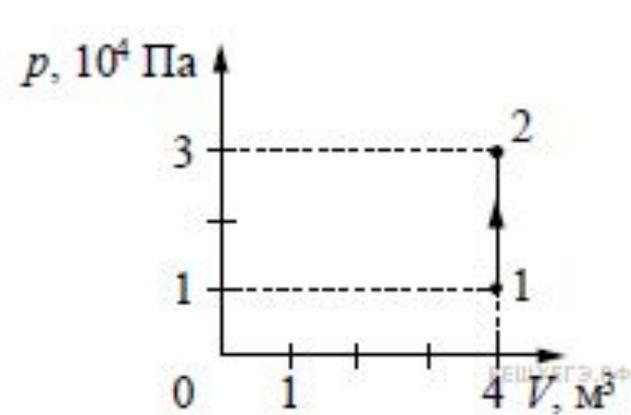
$$pV = \frac{m_1}{\mu} RT_1,$$



$$pV = \frac{m_2}{\mu} RT_2.$$

$$m_1 - m_2 = \frac{pV\mu}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 60 \text{ м}^3 \cdot 0,029 \text{ кг/моль}}{8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}} \cdot \left(\frac{1}{283 \text{ К}} - \frac{1}{293 \text{ К}} \right) \approx 2,5 \text{ кг.}$$

Ответ: 2,5.

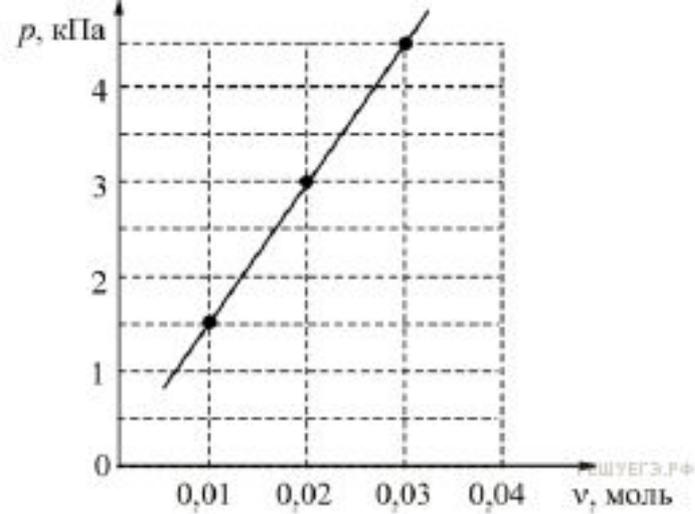


8.2.4. На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какая температура соответствует состоянию 2? Ответ выразите в градусах Кельвина.

Из графика видно, что процесс изохорный. В таком процессе выполняется соотношение

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \rightarrow T_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1} = \frac{3 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 300 \text{ К}}{1 \cdot 10^4 \text{ Па}} = 900 \text{ К.}$$

Ответ: 900



8.2.5. В сосуде постоянного объёма 16,62 л находится идеальный газ при неизменной температуре. Через маленькое отверстие в стенке сосуда газ очень медленно выпускают наружу. На графике показана зависимость давления p газа в сосуде от количества ν газа в нём. Чему равна температура газа? Ответ выразите в К.

Состояние идеального газа описывается уравнением Клапейрона — Менделеева:

$$pV = \nu RT.$$

Ответ: 300.

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{1500 \text{ Па} \cdot 16,62 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{0,01 \text{ моль} \cdot 8,31} = 300 \text{ К.}$$

8.2.6. В сосуде объёмом 2 л находится 20 г идеального газа при давлении 2 атм и температуре 300 К. Во втором сосуде объёмом 3 л находится 30 г того же газа при температуре 450 К. Чему равно давление газа (в атм) во втором сосуде?

Состояние идеального газа описывается уравнением Клапейрона — Менделеева:

$$pV = \nu RT.$$

$$M = \frac{m_1 RT_1}{p_1 V_1}.$$

Тогда давление того же газа в другом сосуде:

$$p = \frac{m_2 RT_2}{MV_2} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot p_1 = \frac{30}{20} \cdot \frac{450}{300} \cdot \frac{2}{3} \cdot 2 \text{ атм} = 3 \text{ атм}.$$

Ответ: 3